

Circuit arrangement for microcomputer-controllable inductors, capacitors and L/C circuits

Patent number: DE4329705
Publication date: 1995-03-09
Inventor:
Applicant: FROELICH REIMAR DR ING (DE)
Classification:
- **international:** H03H11/00; H01F21/00; H01G7/00; H03J5/24
- **european:** H03H11/48, H03J1/00A, H03J1/00A3
Application number: DE19934329705 19930902
Priority number(s): DE19934329705 19930902

Abstract of DE4329705

Electronically controllable capacitors (C), in particular for radiofrequency-suitable applications, are implemented by C diodes. However, modulation distortion and other disadvantages can be a hindrance in different applications. Electronically controllable, radiofrequency-suitable inductors (L) are not commercially available at all. The novel integrated component (IC) according to the present invention is a help here: it comprises a mu C bus receiving circuit, a digital control circuit and an array-like arrangement of weighted Ls and/or Cs or predimensioned L/C circuits. Depending on the mu C control command, various values of L and/or C or filter characteristics are available at the terminals of the IC. This IC can be used to implement tracking filters which are resistant to overmodulation (overloading) and have a hitherto unknown complexity and changeover speed. The novel IC according to the present invention can also be incorporated in the tried and tested I<2>C bus control concept.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

THIS PAGE BLANK (USPTO)



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift
⑩ DE 43 29 705 A 1

⑤1 Int. Cl.⁶:
H 03 H 11/00
H 01 F 21/00
H 01 G 7/00
H 03 J 5/24

②1 Aktenzeichen: P 43 29 705.6
②2 Anmeldetag: 2. 9. 93
④3 Offenlegungstag: 9. 3. 95

DE 43 29 705 A 1

⑦1 Anmelder:
Fröhlich, Reimar, Dr.-Ing., 81927 München, DE

⑦2 Erfinder:
Antrag auf Nichtnennung

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Schaltungsanordnung für mikrorechnersteuerbare Induktivitäten, Kapazitäten und L/C-Schaltungen

⑤7 Elektronisch steuerbare Kapazitäten (C), insbesondere für hochfrequenztaugliche Anwendungen, werden durch C-Dioden realisiert. Aussteuerungsverzerrungen u. andere Nachteile können jedoch bei verschiedenen Anwendungen hinderlich sein. Elektronisch steuerbare hochfrequenztaugliche Induktivitäten (L) sind auf dem Markt überhaupt nicht verfügbar.

Hier hilft das neuartige integrierte Bauelement (IC) gemäß vorliegender Erfindung: Es besteht aus einer μ R-Bus-Empfangsschaltung, einer digitalen Steuerschaltung und einer feldartigen Anordnung von gewichteten Ls und/oder Cs bzw. vordimensionierten L/C-Schaltungen. An den Anschlüssen des IC stehen - je nach μ R-Steuerkommando - unterschiedliche Werte für L und/oder C oder Filtercharakteristika zur Verfügung.

Mit diesem IC lassen sich übersteuerungsfeste Trackingfilter in einer bisher nicht gekannten Komplexität und Umschaltgeschwindigkeit realisieren.

Das neuartige IC gemäß vorliegender Erfindung läßt sich auch in das bewährte I²C-Bus-Steuerkonzept eingliedern.

DE 43 29 705 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 01. 95 408 070/151

10/32

Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung, wie sie im Oberbegriff des Anspruchs 1 beschrieben ist.

Schaltungsstrukturen mit mikrorechnersteuerbaren Induktivitäten (L), Kapazitäten (C) und vordimensionierten Filterzellen aus L's und C's (L/C-Schaltungen) gewinnen in dem Maße an Bedeutung, wie die Flexibilität der elektronischen Geräte zunimmt.

Elektronisch steuerbare C's sind in der analogen Steuertechnik weit verbreitet. Die Halbleiterhersteller haben durch ein breites Sortiment von Kapazitätsdioden (C-Dioden) die elektronische Filterabstimmung für hochfrequente Anwendungen ermöglicht. Allerdings haften den Halbleiternachbildungen für C's Nachteile an:

- begrenzte Aussteuerbarkeit durch Nichtlinearitäten
- eingengter Wertebereich für C
- Temperaturgang entsprechend dem Halbleitermaterial
- jeder C-Diode muß über eine Steuerleitung die durch Abgleich vorermittelte Steuerspannung zugeführt werden.

Zur Überwindung dieser Nachteile muß man wieder auf Fest-C zurückgreifen.

Elektronisch steuerbare hochfrequenztaugliche L — von den Nachbildungen durch Leitungsbaulemente einmal abgesehen — sind auf dem Markt überhaupt nicht verfügbar und fehlen dem Entwickler deshalb als steuerbare Elemente im Filterdesign.

Bei den meisten Anwendungen genügt es, die Werte für L und/oder C schrittweise statt kontinuierlich zu ändern. Solche Anwendungen sind in der Nachrichtentechnik zu finden, wo Informationen in Kanalarastern übertragen werden und überall dort, wo das übertragene Signal durch die Wahl entsprechend kleiner Schrittweiten von L und/oder C nicht merklich leidet. Bisher sind zu dieser Problematik nur Teillösungen in verschiedenen Patentschriften bekanntgeworden. Es gibt derzeit auch kein Bauelement gem. Anspruch 1 der Erfindung auf dem Markt.

In DE 31 48 968 A1 wird eine integrierte Kondensatorstruktur, aus leitenden und dielektrischen Schichten aufgebaut, vorgestellt. Die Pfad-C's können durch verschiedene Halbleiterschalter zu- oder abgeschaltet werden. Damit lassen sich C-Anordnungen auf kleinstem Raum herstellen. Integrierte Anordnungen von schaltbaren L's werden nicht vorgestellt. Die Art der Ansteuerung der einzelnen Pfadschalter wird in dieser OS gar nicht definiert. Eine von außen durch Steuerkommandos veränderbare Kapazität wird durch diese OS nicht realisiert.

In DE-OS 28 37 076 wird ebenfalls eine integrierte Anordnung von Pfad-C's und Mesa-Transistoren als Pfadschalter vorgestellt. Auch hier wird die Art der Ansteuerung der einzelnen Pfadschalter nicht definiert. Auch mit dieser OS wird keine, von außen durch Steuerkommandos veränderbare Kapazität realisiert.

In DE 32 13 436 C2 wird ein durchstimmbares Bandfilter beschrieben, bei dem die Kreis-C's und -L's aus Pfadelementen zusammengesetzt werden. Die Pfadschalter werden lediglich symbolisch als mechanische Schalter dargestellt. Auch hier wird die Art der Ansteuerung der einzelnen Pfadschalter nicht definiert.

In DE 30 10 707 A1 wird ein durchstimmbarer Paral-

elschwingkreis für übersteuerungsfeste Eingangsstufen von HF-Empfängern beschrieben, bei dem die schaltbaren Pfade sowohl L's als auch C's enthalten. Die Pfadschalter werden nur symbolisch dargestellt. Die Ansteuerung der Pfadschalter erfolgt hier aus einem Rechen- und Steuerwerk. Auch mit dieser OS wird kein universelles, von außen durch Steuerkommandos veränderbares Bauelement gemäß vorliegender Erfindung realisiert.

In OS 26 21 335 werden speziell für Belange von DA-Wandlern C-Strukturen auf Halbleitermaterial erzeugt und über FET-Schalter angesteuert. Die Anwendung der beschriebenen Anordnung ist auf DA-Wandler beschränkt.

Keine der genannten Lösungen ist geeignet, daraus eine Schaltungsanordnung für mikrorechnersteuerbare (μ R-steuerbare) Induktivitäten, Kapazitäten und L/C-Schaltungen abzuleiten.

Vorliegender Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, in einer für den Schaltungsentwickler rationellen und praxisorientierten Form die Steuerung von L's, C's oder vordimensionierten L/C-Teilschaltungen über einen μ R-Steuerbus zu ermöglichen.

Diese Aufgabe wird durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 gelöst, während Weiterbildungen der Erfindung in den Unteransprüchen gekennzeichnet sind.

Da die zu steuernden Anordnungen aus Elementen gleichen Typs zusammengesetzt sind (z. B. alles C's), ist die Bezeichnung "Array" naheliegend. Ein durch Mikrorechner (μ R) steuerbares C wird deshalb im folgenden μ CA, ein durch μ R steuerbares L folglich μ LA genannt. Stellen die Feldelemente selbst schon L/C-Teilschaltungen dar, so wird ein solches Bauelement μ TA genannt.

Zur Erläuterung stellen die Zeichnungen dar:

Fig. 1 das Schaltbild für ein Doppel- μ CA, im dargestellten Beispiel mit I²C-Bus-Anschluß,

Fig. 2 das Blockschaltbild für den inneren Aufbau eines solchen Doppel- μ CA,

Fig. 3 einen Frequenzumsetzer für Fernsehsignale als Anwendungsbeispiel für Doppel- μ CA,

Fig. 4 ein Ausführungsbeispiel für einen schaltbaren Pfad mit Schalterdioden in einem μ CA,

Fig. 5 ein Ausführungs- und Dimensionierungsbeispiel für ein μ CA,

Fig. 6 ein Applikationsbeispiel für ein Trackingfilter mit Doppel- μ CA,

Fig. 7 ein Blockschaltbild für den inneren Aufbau eines μ LA,

Fig. 8 ein Blockschaltbild für den inneren Aufbau eines μ R-gesteuerten μ TA mit geschalteten Parallelstrukturen als Vierpole,

Fig. 9 ein Blockschaltbild für den inneren Aufbau eines μ TA mit geschalteten Serienstrukturen als Vierpole,

Fig. 10 ein Blockschaltbild für den inneren Aufbau eines μ TA, dessen Elemente selbst μ CA's sind.

Fig. 1 zeigt das Schaltsymbol für ein Doppel- μ CA und Fig. 2 zeigt als Blockdiagramm dessen inneren Aufbau. An den Pins C₀-C₀ ist von außen die μ R-steuerbare Kapazität C₀, an den Pins C₁-C₁ die μ R-steuerbare Kapazität C₁ nutzbar.

SCL und SDA sind die externen Bussteuerleitungen. Für dieses Beispiel ist als μ R-Steuerbus der verbreitete 2drähtige I²C-Bus gewählt. CA gestattet, durch äußere Beschaltung des Bauelementes die "Chip-Adressen" der beiden C-Arrays festzulegen. Natürlich wären auch per Software eingeschriebene Chip-Adressen denkbar (E²PROM intern erforderlich).

V_{cc1} und V_{cc2} kennzeichnen die Pins für die Versorgungsspannungen für die interne Digitalsignalverarbeitung und für den Diodenpfadschalter.

Die Bus-Empfangsschaltung BE nimmt über den I²C-Bus die binären Steuerkommandos für die wertemäßige Festlegung von C_0 und C_1 auf, befreit sie von den Start- und Stopkonditionen des Busses und schiebt diese in das Schieberegister weiter. Von dort werden die Steuerworte in die den jeweiligen C-Arrays zugeordneten Latches weitergegeben. Jedes Bit dieser Steuerworte öffnet oder schließt einen ihm zugeordneten Pfadschalter S_{IK} . Die nach außen wirksame Gesamtkapazität C_0 oder C_1 setzt sich durch Addition aus den Pfadkapazitäten C_{IK} in den parallel angeordneten Pfaden P_{IK} zusammen.

Im folgenden wird ein Anwendungsbeispiel für ein Doppel- μ CA beschrieben. Siehe hierzu Fig. 3.

Abstimmbare Umsetzer für terrestrische Fernsehsignale, die in Kabelnetze eingespeist werden sollen, müssen eine hohe Fremdsignaltörfestigkeit aufweisen.

In den US-PS 40 31 549 wird die Fremdsignalfestigkeit bei elektronisch abstimmbarem Empfangskanal dadurch erreicht, daß das Empfangssignal von 2 Saugkreisen flankiert wird, die bei der Abstimmung mitgesweept werden. Auch in DE-PS 31 25 725 C3 ist diese Methode für Fernsehtuner beschrieben. Diese Saugkreise sind mit C-Dioden aufgebaut.

Nachteilig bei solchen Realisierungen für terrestrische Umsetzer sind die immer knapp ausfallenden Reserven bzgl. Nebenaussendungen, welche die Folge von Verzerrungen der C-Dioden sind. Es müssen immer Kompromisse bzgl. Aussteuerbarkeit der C-Diodenschwingkreise und ihrer Selektion geschlossen werden.

Sind solche Umsetzer auch ausgangsseitig elektronisch auf einen gewünschten Kanal abstimmbar, kommt es wieder zu Aussteuerungsproblemen. Es ist zur Zeit kaum möglich, über Trackingfilter mit C-Dioden Nutzsinalpegel von mehr als 100 dB μ V in eine 75- Ω -Senke abzugeben unter Einhaltung der Forderung, daß Nebenaussendungen kleiner als 60 dBc sein sollen. Bisher werden diese Schwierigkeiten dadurch umgangen, daß die Trackingfilterung bei noch unbedenklich kleinen Signalpegeln durchgeführt wird. Der gewünschte hohe Ausgangspegel kann dann erst anschließend durch stromintensive Verstärkermodule erzeugt werden. Auch sind Lösungen bekannt, bei denen eine Signalnachverstärkung mit Breitbandtransistoren durchgeführt wird, denen dann aber weitere mitgesweept Saugkreise folgen müssen.

Bei Anwendung von μ CA's gemäß der Erfindung werden die genannten Nachteile vermieden. Wenn die μ CA's speziell mit einer I²C-Bus-Empfangsschaltung ausgestattet sind, lassen sich diese Bauelemente bequem in das bekannte Steuerkonzept von PLL's und Trackingfiltern mittels Digital-Analog-Konvertern (DAC's) einbinden. Dieses Steuerkonzept ist ausführlich in DE 31 25 725 C3, DE 33 47 132 C1 und DE 33 32 206 A1 beschrieben.

Der Frequenzumsetzer erhält ein Eingangssignal S_e , das durch Fremdsignale stark belastet sein kann. Das Eingangstrackingfilter 1 erfüllt mit einem Doppel- μ CA die wichtige Bereinigung des Eingangssignals von unerwünschten Fremdsignalen. Flankierende, mitgesweept Saugkreise sind nicht erforderlich. Die Weitabselektion wird durch einen mit Fest-Bauelementen aufgebauten Bandpaß 2 verbessert. Über einen Portbaustein PORT kann dieser Bandpaß umgeschaltet werden. Eine weitere Reinigung des Eingangssignals vor der Mischung erfolgt durch das zweite Trackingfilter 3. Da hier keine

Übersteuerungsprobleme mehr auftreten, können C-Diodenkreise mit DAC-Ansteuerung verwendet werden.

Die folgende Signalbearbeitung bedarf keiner weiteren Erläuterung. Das Trackingfilter 4 kann mit kleinen Signalpegeln gefahren werden, so daß der Einsatz von C-Dioden-Kreisen mit DAC-Abstimmung optimal ist. Gleiches gilt für einen evtl. erforderlichen Saugkreis 5.

Anders hingegen für das Ausgangs-Trackingfilter 6. Mit dem Leistungsverstärker 7 kann stromsparend selektiv ein großer Pegel für das Ausgangssignal erzeugt werden. Zur Bereinigung des Ausgangssignals von Verzerrungsprodukten wird hier ein Doppel- μ CA gem. Erfindung eingesetzt.

Im Speicherbaustein E²PROM sind die vom Abgleich des Gesamtgerätes gefundenen optimalen Einstellwerte für die I²C-Bus-Bausteine, einschließlich der μ CA's, abgelegt. Der μ C nimmt für jeden gewünschten Eingangs- und Ausgangskanal diese Einstellwerte, stellt für jeden anzusteuern I²C-Bus-Baustein das erforderliche I²C-Bus-Protokoll zusammen und stellt somit alle Filter und die VCO-Frequenzen über die PLL's ein.

Ein Ausführungsbeispiel für einen geschalteten Pfad mit Schalterdioden innerhalb eines μ CA zeigt Fig. 4. Für Einsatzfälle im Hochfrequenzbereich sind Schalterdioden als Pfadschalter besonders geeignet, da sie kleinste Durchlaßwiderstände mit kleinsten Sperrkapazitäten vereinen. Durch die Reihenschaltung von Schalterdioden (im dargestellten Beispiel 3 Stück $D_0 \dots D_3$) kann die Sperrkapazität des Pfadschalters auf Kosten seines dynamischen Serienwiderstandes verringert werden.

Jedes der binären Ansteuersignale aus dem zugeordneten Latch mit den Signalausgängen (0 ... N) steuert einen 2poligen Umschalter $U_0 \dots U_N$, um die Schalterdioden im Sperrzustand negativ vorspannen zu können. Diese Umschalter fungieren zudem als Pegelwandler zwischen den "logischen" Pegeln der LATCH-Ausgangsspannungen und der viel höheren Spannung V_{cc2} für die Schalterdioden des Pfades. Diese Umschalter können mit komplementären FET's aufgebaut werden.

Die hochohmigen Widerstände R_1 und R_2 in den Einspeisungswegen der Steuersignale in den Pfad und die Abblockkapazitäten C_∞ dienen der Trennung von HF-Weg und digitaler Ansteuerung. $C_0 \dots C_N$ sind die Pfad-C's des μ CA. Aus diesen Pfad-C's setzt sich die von außen meßbare Gesamtkapazität C_{ges} additiv zusammen.

Bei den Pfaden 0 ... (N-1) und bei allen weiteren Figuren werden der Vereinfachung halber alle Bauelemente, die zur Funktion eines Pfadschalters erforderlich sind, nur noch durch die mechanischen Schaltersymbole $S_0 \dots S_1$ repräsentiert.

In einer so direkten Art und Weise, wie in Fig. 4 dargestellt, ist es nicht vorteilhaft, μ CA's aufzubauen, da die parasitäre Belastung, insbesondere bei Auswahl des kleinsten C für C_{ges} , durch die parallel liegenden weggeschalteten N Pfade zu groß ist.

Ein Ausführungs- und Dimensionierungsbeispiel für ein komplettes μ CA unter Berücksichtigung dieser Tatsache zeigt Fig. 5.

Zusätzlich zu den Pfadschaltern $S_0 \dots S_8$ der parallel angeordneten Pfade $P_0 \dots P_8$ mit den Pfadkondensatoren $C_0 \dots C_8$ sind noch Trennschalter T_{IK} angeordnet. Diese Trennschalter trennen die jeweils weggeschalteten Pfade von den wertemäßig kleinsten Pfad-C's ab. Sie können in beiden Querverbindungsleitungen, oder wie in Fig. 5 dargestellt, in nur einer angeordnet werden. Die zu ihrer Ansteuerung erforderlichen Signale müs-

sen ebenfalls von der ST erzeugt werden. Die Signalleitungen für diese Trennschalter und auch die meisten Pfadschalter sind — um die Übersichtlichkeit der Figuren zu wahren — nicht dargestellt.

Die an den T_{IK} angemarkten C-Werte zeigen die jeweilige parasitäre Belastung des Pfad-C unter der Voraussetzung, daß die parasitäre Kapazität eines einzelnen geöffneten Pfadschalters S_i 0,2 pF beträgt. Statt eines Latches, das als Ausführungsbeispiel die Ansteuersignale für die Pfadschalter in den Fig. 2 und 4 lieferte, wird hier und in allen folgenden Figuren nur noch die Steuerungschaltung ST symbolisiert dargestellt. In der Tat ist für die Realisierung der Steuerungsfunktion der Pfadschalter die Verwendung eines Latches nicht zwingend. Auch ein interner μC zur Erzeugung der Steuersignale ist möglich.

Die Dimensionierung der Pfad-C's: $C_0 \dots C_8$ wird anhand einer konkreten Anwendung erläutert:

Es soll ein 2-Kreis-Trackingfilter für TV-Anwendungen mit μCA 's aufgebaut werden, das von Sonderkanal $S_3 \dots S_{20}$ abstimmbar sein soll. Die Schwingkreis-L's sollen 36 nH betragen.

1. Realisierungsvariante

Läßt man bei S_{20} eine Abweichung von 2 MHz bzgl. der optimalen Frequenz-Mitteneinstellung des Filters zu, muß die kleinste C-Schrittweite 0,1 pF betragen. Damit ergeben sich an die Pfad-C's des μCA folgende Forderungen:

8,0 pF ... 0,1 pF ... 50 pF.

Mit nur 9 Pfaden $P_0 \dots P_8$ einer binären Werteanordnung der Pfad-C's ist der geforderte C-Bereich mit dieser Variante abdeckbar. Daraus ist ersichtlich, daß eine binäre Bemessung der Elemente des μCA sehr vorteilhaft ist. Das Dimensionierungsergebnis für diese Anwendung ist in Fig. 5 dargestellt, die zugehörige Applikationsschaltung mit externer Beschaltung in Fig. 6. Auf diese Weise ist ein Tracking-Bandfilter entstanden.

2. Realisierungsvariante

Alle Pfad-C's sind exakt den Frequenzen des TV-Kanalrasters entsprechend dimensioniert. Insbesondere die kleinsten Pfad-C's, also C_0, C_1, C_2 müssen dann unter Berücksichtigung der parasitären Belastung der anderen Pfade dimensioniert werden. Das μCA muß mit 26 Pfaden ausgeführt werden. Diese Realisierungsvariante ist folglich sehr aufwendig und wird nicht weiter beachtet.

Ein Ausführungsbeispiel für ein μLA zeigt Fig. 7.

Es handelt sich um eine Serienschaltung der Pfad-L's, die durch abzweigende Pfade $P_0 \dots P_N$ an beliebiger Stelle angezapft werden kann. Wenn die Teilinduktivitäten $L_0 \dots L_N$ magnetisch verkoppelt ausgeführt werden (z. B. auf einem Ring- oder Doppellochkern gewickelt), können Windungszahlen eingespart werden im Vergleich zu magnetisch getrennten Pfad-Induktivitäten. Zusätzlich zu den funktionell notwendigen Pfadschaltern $S_0 \dots S_N$ dieser seriellen Struktur sind auch hier noch zusätzliche Trennschalter T_{IK} sinnvoll. Sie können in Serie zu den Pfadschaltern, wie im Beispiel von Fig. 7 dargestellt, oder auch in den abzweigenden Pfaden angeordnet sein und verringern parasitäres Übersprechen über die jeweils geöffneten Pfadschalter. Die von außen meßbare Gesamtinduktivität L_{ges} setzt sich aus den

Feldelementen $L_0 \dots L_N$ dieses μLA zusammen.

Ein Ausführungsbeispiel für ein μTA mit geschalteten Parallelstrukturen als Vierpole zeigt Fig. 8. Im Gegensatz zur Parallelstrukturen, deren Feldelemente (wie z. B. die Kondensatoren) nur 2-Pole sind, müssen hier je Pfad 2 Pfadschalter S_{i0} und S_{i1} angeordnet werden, um gegenseitige impedanzmäßige Belastungen der Feldelemente auszuschließen. Die Feldelemente sind Teilschaltungselemente TS_i , von denen ein einzelnes oder mehrere gleichzeitig zugeschaltet werden können. Eventuell können auch hier gegenseitige Beeinflussungen der TS_i , durch zusätzliche Trennschalter T_{IK} vermindert werden. Es gilt sinngemäß das in der Erläuterung von Fig. 5 Gesagte.

Für die Ausgestaltung der Teilschaltung TS_0 in Pfad P_0 ist zum besseren Verständnis ein willkürliches Filterbeispiel gewählt.

Mit diesem μTA könnte folglich eine Filtercharakteristik $W_{ges}(\eta)$ gesteuert werden, deren Bandpaßstellen veränderbar sind.

Ein Ausführungsbeispiel für ein μTA mit geschalteten Serienstrukturen als Vierpole zeigt Fig. 9.

Im Gegensatz zu Serienstrukturen, deren Feldelemente (wie z. B. die Induktivitäten) nur 2-Pole sind, müssen auch hier je Pfad 2 Schalter S_{i0} und S_{i1} angeordnet werden, um gegenseitige impedanzmäßige Belastungen der Feldelemente TS_i auszuschließen. Eventuell können auch hier gegenseitige Beeinflussungen der TS_i durch zusätzliche Trennschalter T_{IK} vermindert werden. Es gilt sinngemäß das in der Erläuterung von Fig. 7 Gesagte. Auf eine Ausgestaltung eines Feldelementes mit einem willkürlichen Filterbeispiel wurde hier verzichtet.

μTA 's können auch so aufgebaut werden, daß dessen Feldelemente selbst wieder μTA 's sind.

Ein Ausführungsbeispiel für ein μTA , dessen Feldelemente μCA 's sind, zeigt Fig. 10.

Die 3 internen μCA 's bilden eine über BE und SE steuerbare T-Struktur aus Kondensatoren, die durch äußere hinzugeschaltete Bauelemente L_1, L_2, C_1, C_2 zu einem funktionstüchtigen Filter ergänzt wird.

Weiterhin können μTA 's aus gemischten Strukturen bestehen. So können Vierpole in geschalteten Parallelstrukturen selbst aus geschalteten Serienstrukturen bestehen, und Vierpole in geschalteten Serienstrukturen können aus geschalteten Parallelstrukturen bestehen. In beliebiger Mischung können zu den geschalteten Vierpolen auch Zweipole aus L's oder C's hinzugefügt sein. Zur Vermeidung gegenseitiger Beeinflussungen gelten die bereits gegebenen Hinweise bezüglich Anordnung von Pfad- und Trennschaltern.

Mit μCA 's, μLA 's und μTA 's lassen sich auf diese Weise HF-taugliche, bei Bedarf auch sehr schnell umschaltbare Filtercharakteristika realisieren (wenn als steuernder μR -Bus ein Parallelbus gewählt wird). Der Grad bzw. die Komplexität der mit diesen Bauelementen gemäß Erfindung realisierbaren Trackingfilter kann im Vergleich zu den bisher mit C-Dioden aufgebauten Trackingfiltern enorm gesteigert werden. Damit eröffnen sich bisher nicht gekannte Anwendungen. Auch soll noch einmal erwähnt werden, daß diese Filter sehr aussteuerungsstabil und temperaturstabil sind. Wertebereichseinschränkungen, wie sie beim Einsatz von C-Dioden beachtet werden müssen, entfallen. Im Gegensatz zu Trackingfiltern mit C-Diodenabstimmung müssen keine Gleichspannungspegel mehr zugeführt werden. Das ermöglicht eine höhere Packungsdichte der Trackingfilter.

Patentansprüche

1. Schaltungsanordnung für mikrorechnersteuerbare (μ R-steuerbare) Induktivitäten (L), Kapazitäten (C) und L/C-Schaltungen, bestehend aus einer Bus-Empfangsschaltung BE, einer Steuereinheit ST, elektronischen Schaltgliedern und einer Vielzahl von gewichteten L's und/oder C's oder von L/C-Schaltungen, die durch die Steuereinheit ST ausgewählt und kombiniert werden können, **dadurch gekennzeichnet**, daß die BE, die ST, die elektronischen Schaltglieder und die Vielzahl von gewichteten L's und/oder C's oder von L/C-Schaltungen in einem einzigen integrierten Bauelement vereint sind und zumindest teilweise an den Anschlüssen des integrierten Bauelementes für äußere Beschaltungen und Applikationen zur Verfügung stehen und daß über die BE der μ R-steuerbare Einstelleffekt von außen erreicht werden kann.
2. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Vielzahl von gewichteten C's oder/und von L/C-Vierpolen in parallelen Pfaden $P_0 \dots P_N$ angeordnet ist und daß zusätzlich zu den Pfadschaltern S_i bei C's als Pfadelemente bzw. S_{ik} bei Vierpolen als Pfadelemente noch Trennschalter T_{ik} in einer oder in beiden Querverbindungsleitungen angeordnet sind.
3. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Vielzahl von gewichteten L's oder/und von L/C-Vierpolen seriell angeordnet ist und die zugehörigen Pfade $P_0 \dots P_N$ eine Abzweigstruktur mit den Pfadschaltern S_i bei L's als Pfadelemente bzw. S_{ik} bei Vierpolen als Pfadelemente bilden und daß noch zusätzliche Trennschalter T_{ik} in Serie zu den Pfadschaltern oder auch in den abzweigenden Pfaden angeordnet sind.
4. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß interne aus L's und/oder C's oder aus L/C-Vierpolen zusammengesetzte Schaltungen gem. Ansprüchen 2 und 3 selbst aus Schaltungen gem. den Ansprüchen 2 und 3 bestehen.
5. Schaltungsanordnung nach Ansprüchen 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die L/C-Vierpole in geschalteten Parallelstrukturen selbst aus L/C-Vierpolen in geschalteten Serienstrukturen bestehen und umgekehrt und daß in beliebiger Mischung zu den geschalteten L/C-Vierpolen auch Zweipole aus L's und C's hinzugefügt sein können.
6. Schaltungsanordnung nach Ansprüchen 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Bauelemente- oder Übertragungsgrößen der Teilschaltungen binär gestaffelt sind.
7. Schaltungsanordnung nach Ansprüchen 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die über μ R-Bus von außen steuerbare Gesamtanordnung mehrfach in einem integrierten Bauelement vorhanden ist.

Hierzu 10 Seite(n) Zeichnungen

60

65

- Leerseite -

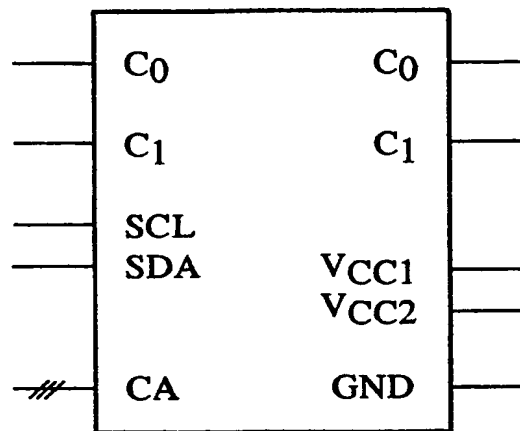


Fig. 1

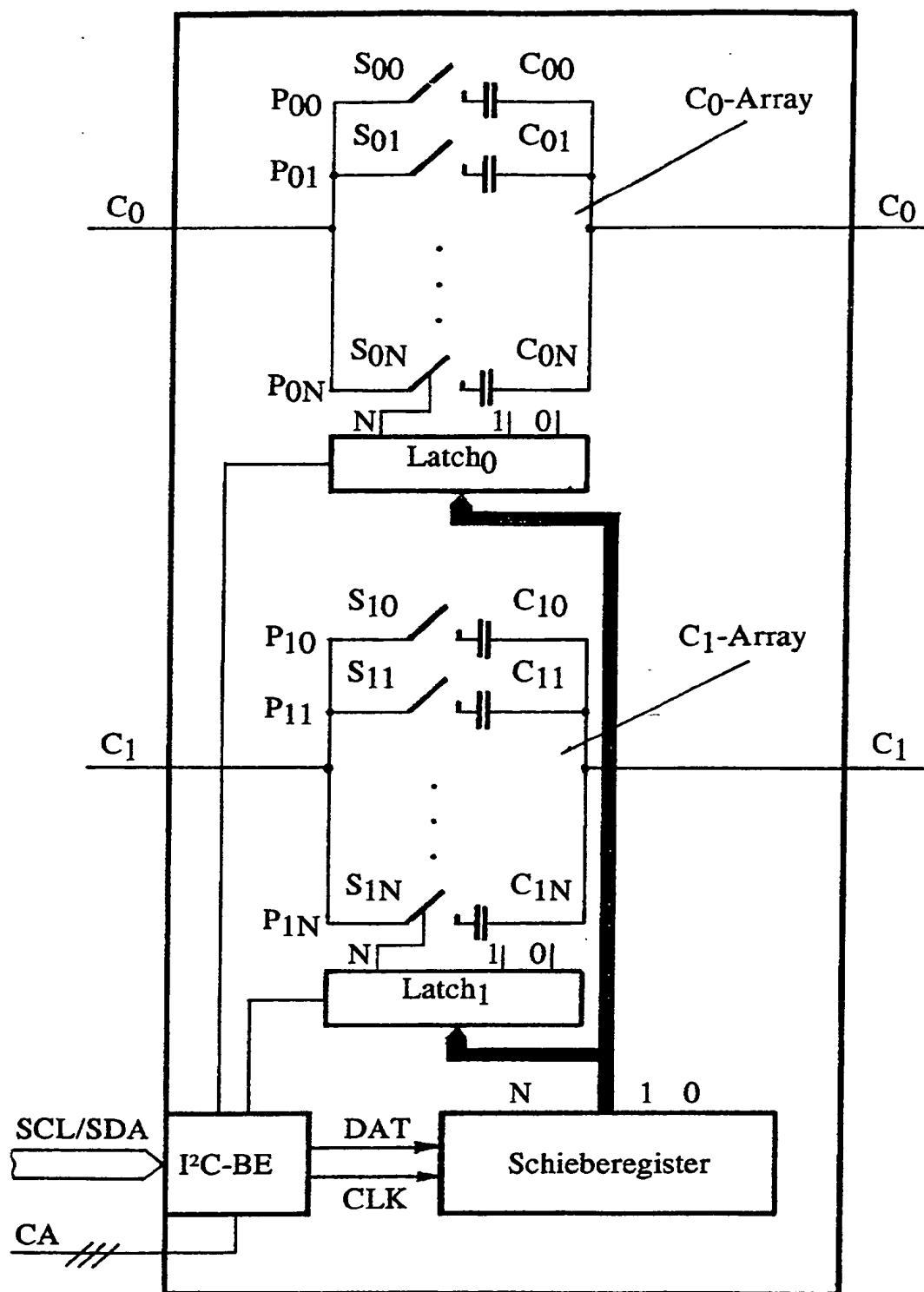


Fig. 2

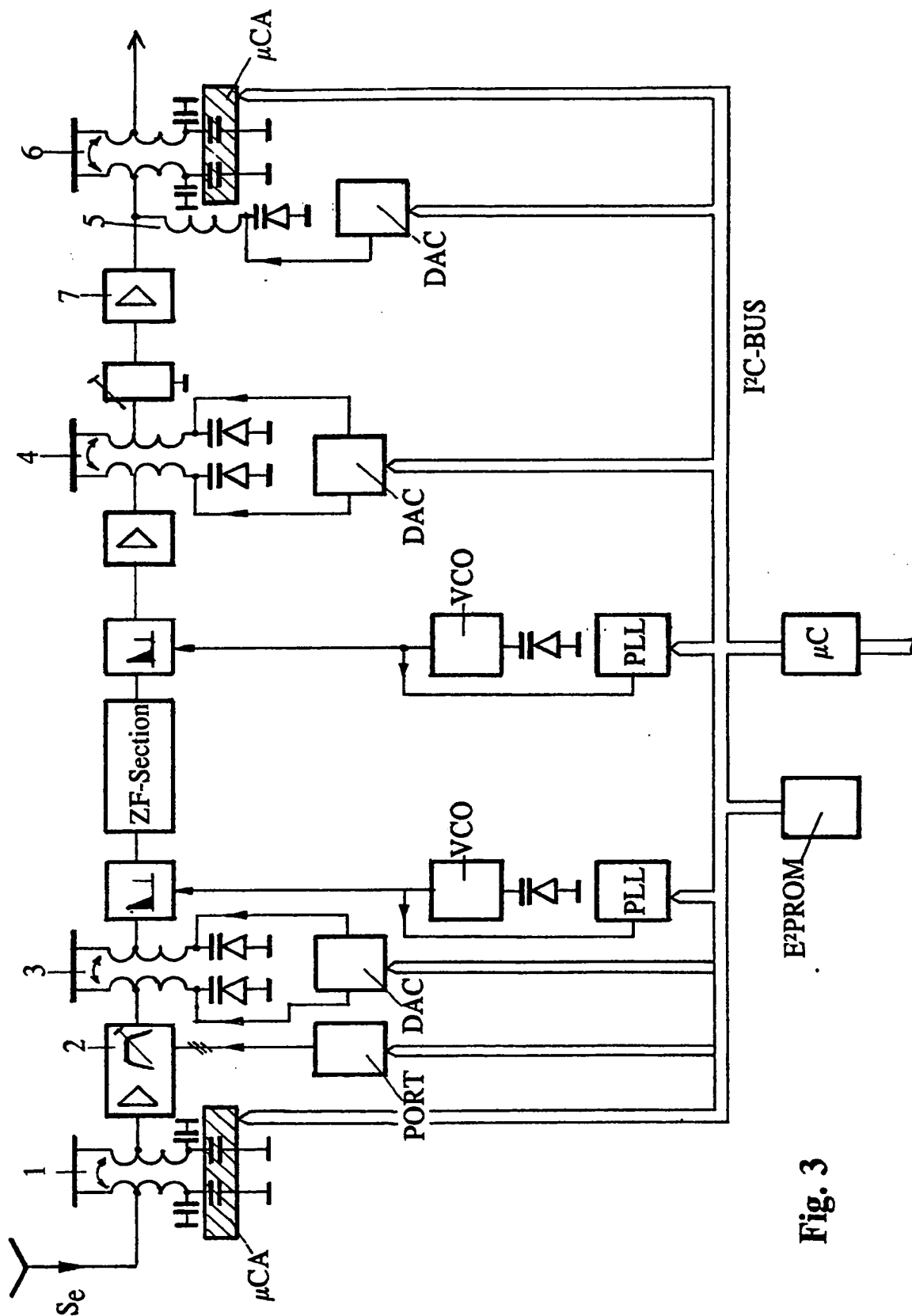


Fig. 3

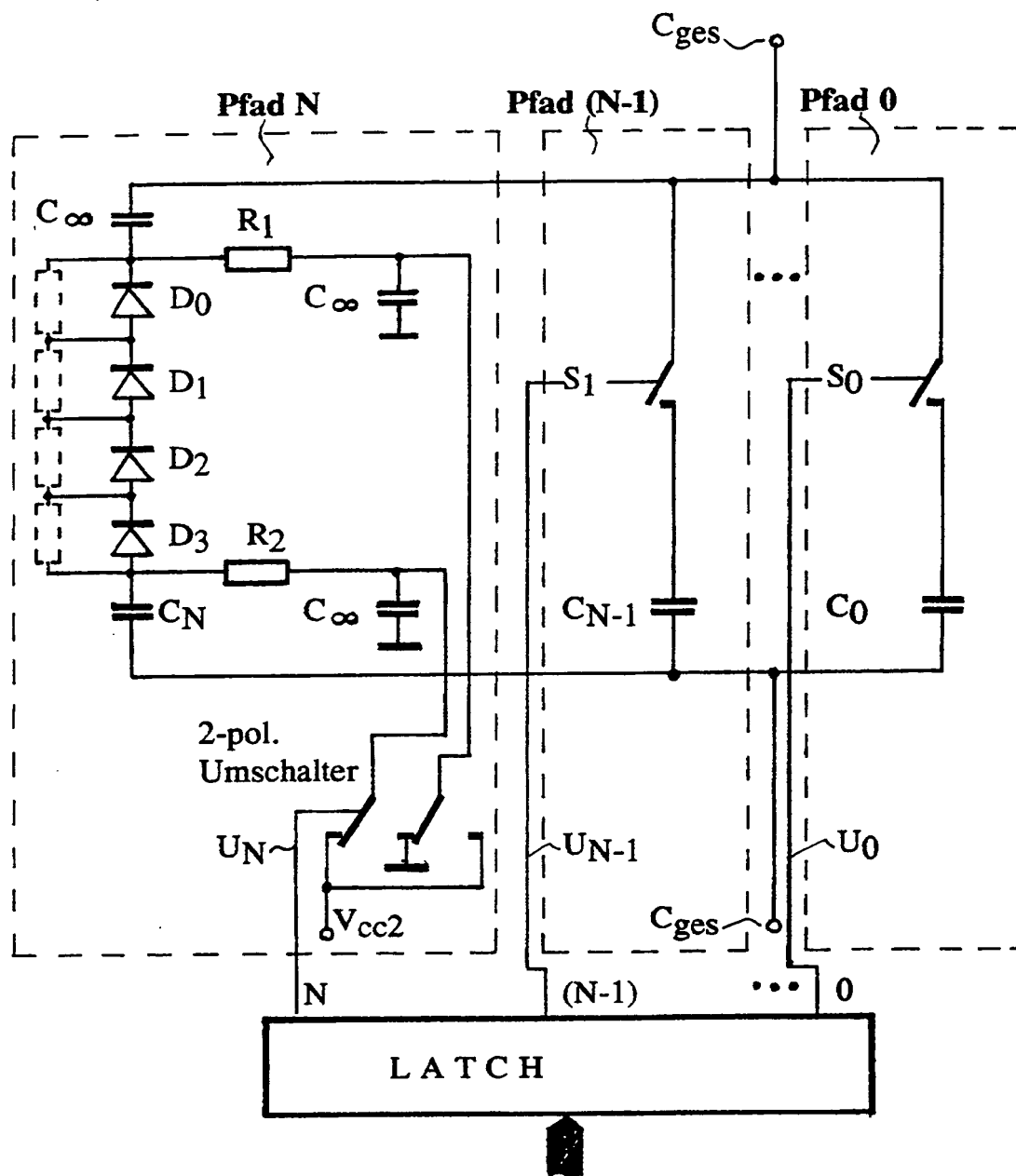


Fig. 4

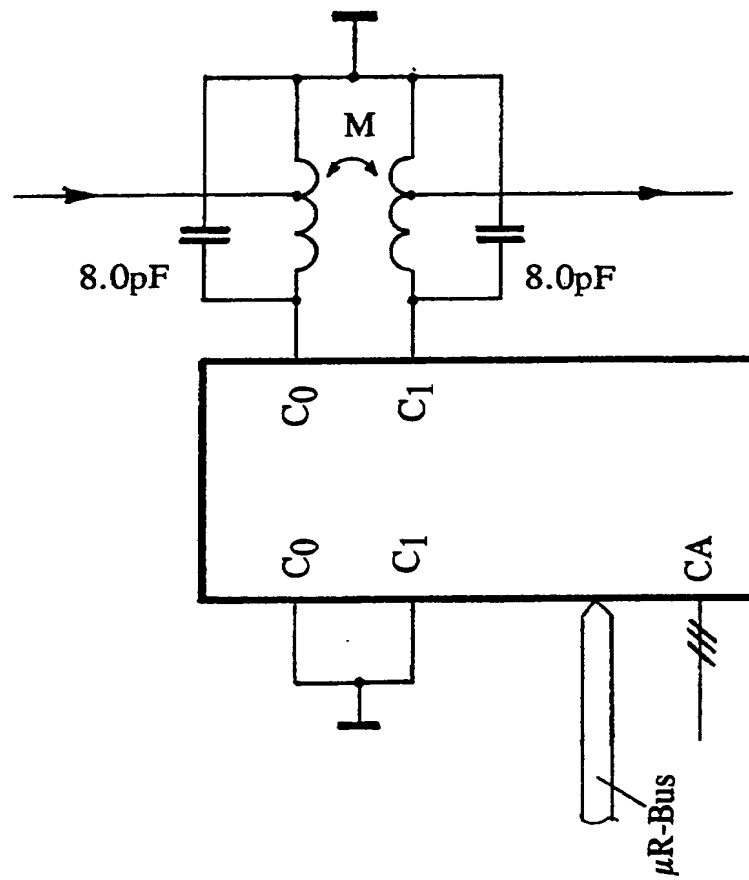


Fig. 6

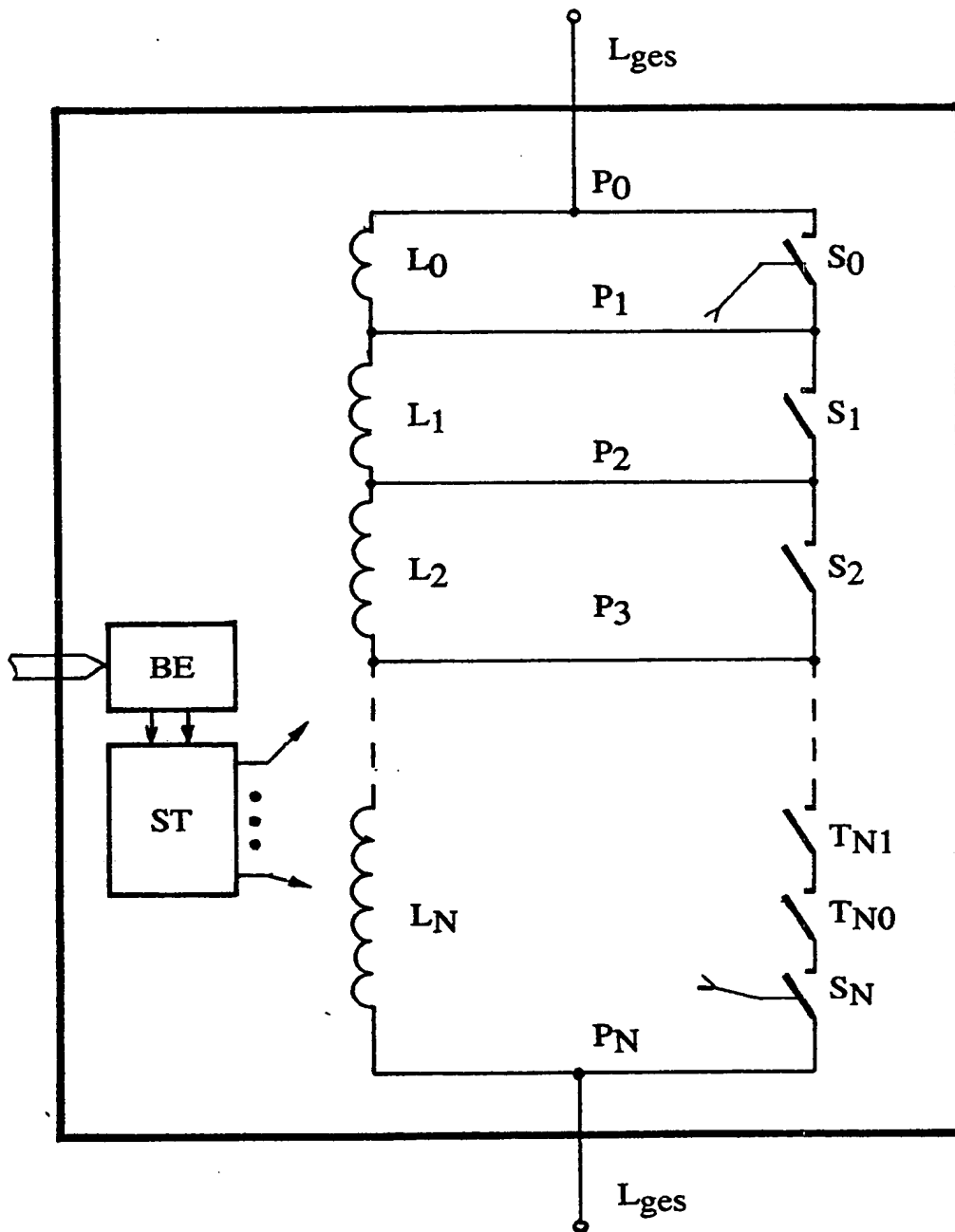


Fig. 7

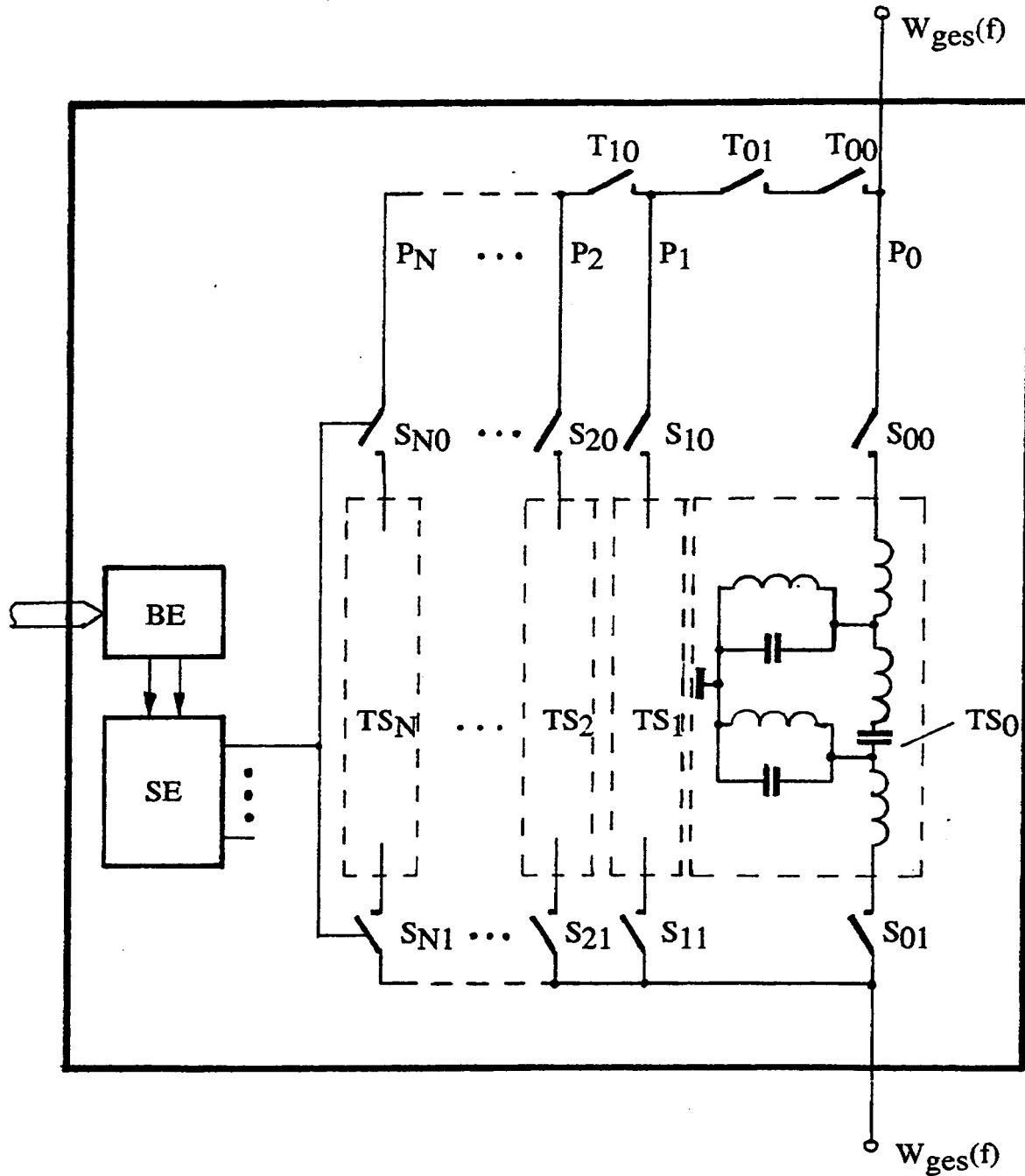


Fig.8

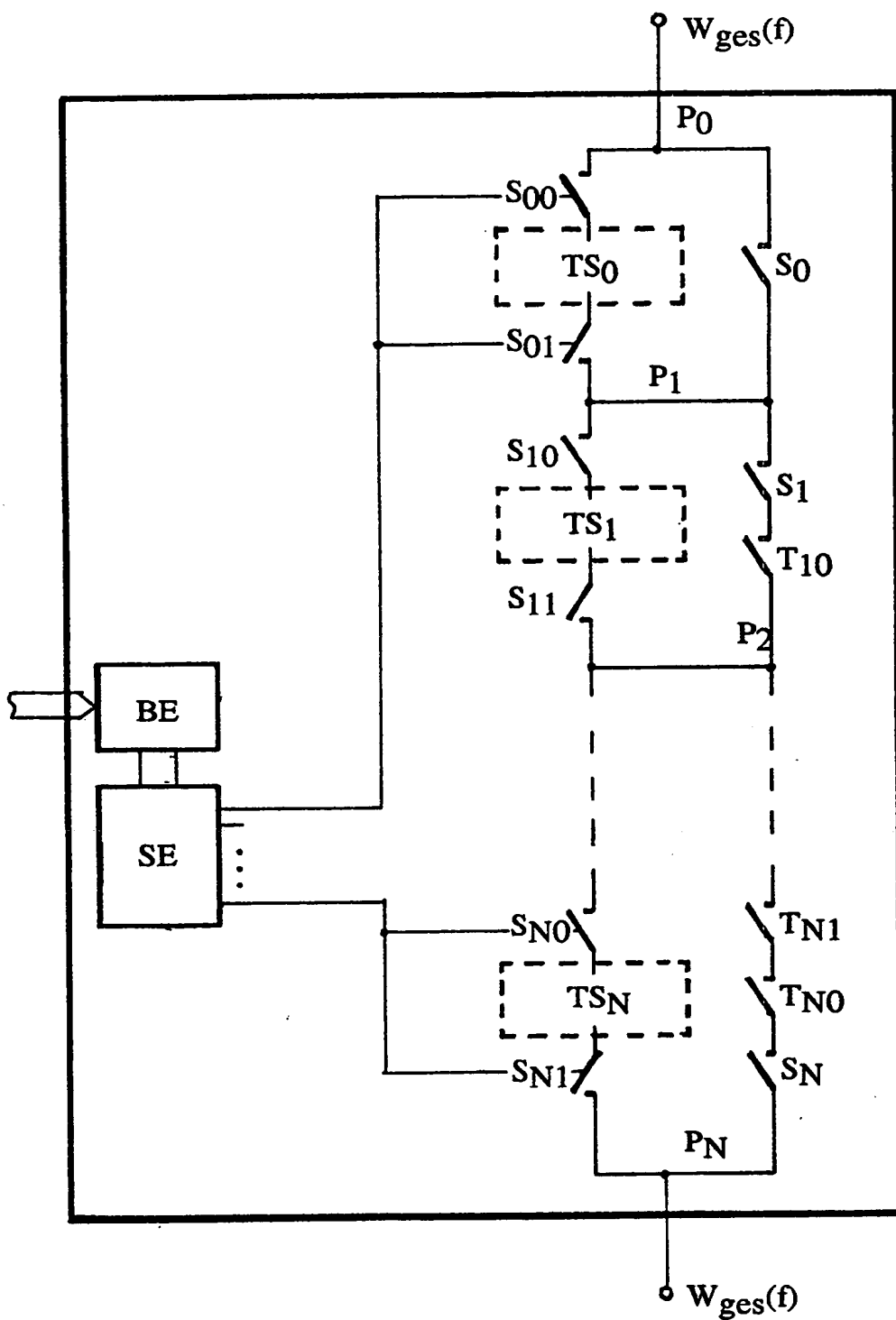


Fig. 9

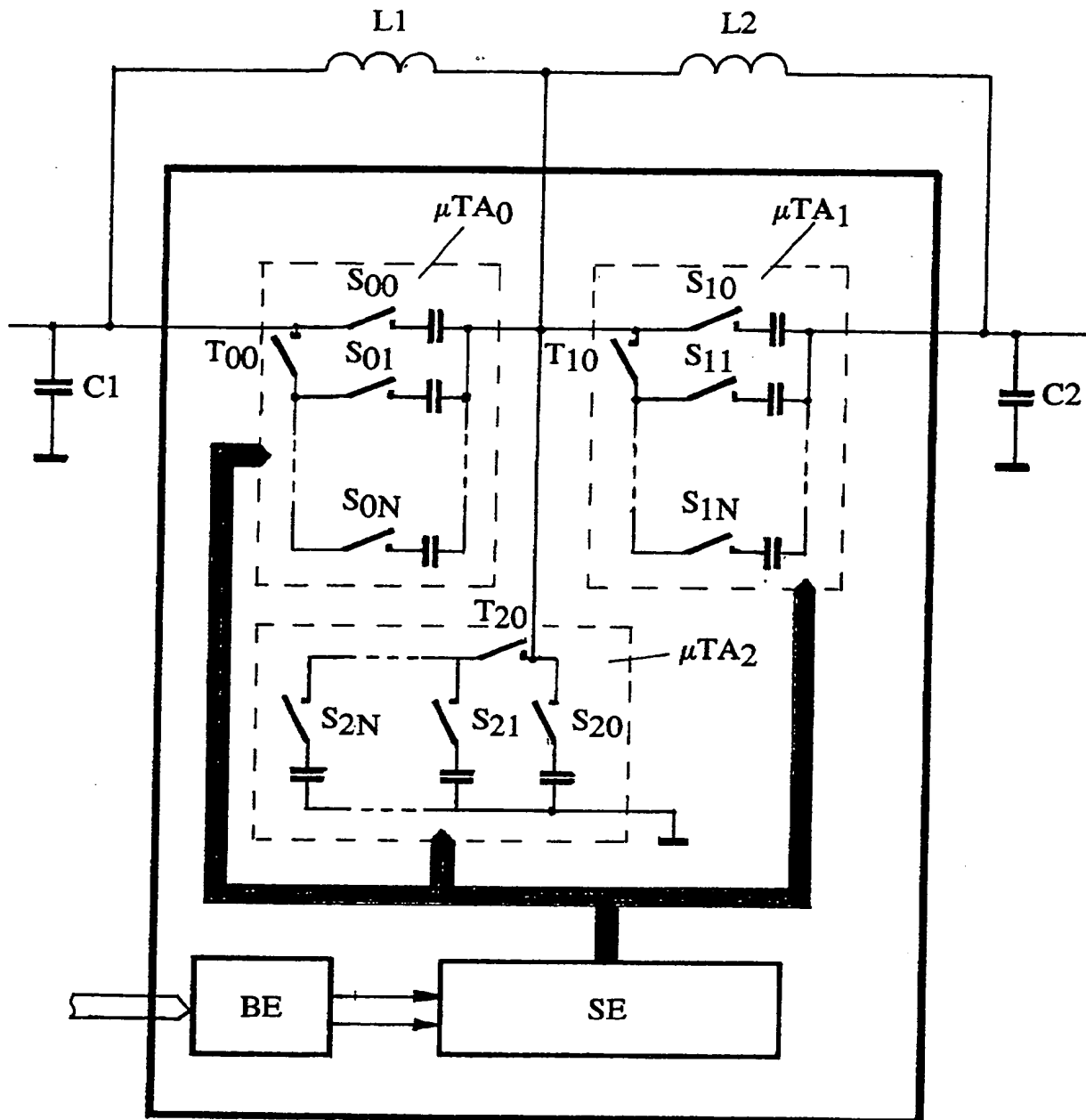


Fig. 10

408 070/151